



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 101 36 709 B4 2004.09.02

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 101 36 709.0
(22) Anmeldetag: 27.07.2001
(43) Offenlegungstag: 20.02.2003
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 02.09.2004

(51) Int Cl.7: **A61B 19/00**
A61B 1/04, G01V 8/00

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

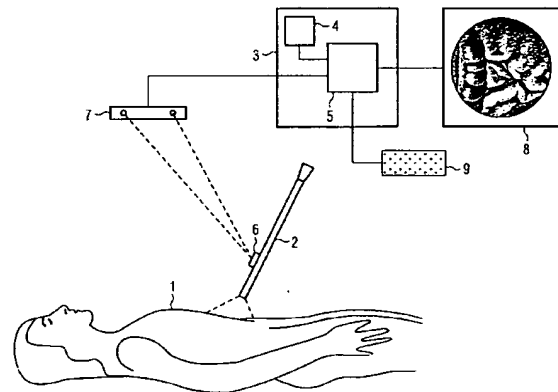
(71) Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:
**Feussner, Hubertus, Prof., Dr.med., 81679
München, DE; Graumann, Rainer, Dr., 91315
Höchstadt, DE; Wessels, Gerd, Prof., Dr.-Ing.,
91090 Effeltrich, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 199 51 502 A1
DE 197 51 761 A1
WO 99 38 449 A1
WO 94 23 647 A1

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Durchführen von operativen Eingriffen sowie Verfahren zum Darstellen von
Bildinformationen während eines solchen Eingriffs an einem Patienten**

(57) Hauptanspruch: Operationssystem zum Durchführen von operativen Eingriffen an einem Patienten (1), mit einer Speichervorrichtung (4) zum Speichern von Bilddaten von einem äußerlich nicht sichtbaren Organ des Patienten (1), einem chirurgischen Instrument (2) zum Durchführen des operativen Eingriffes, einem an dem chirurgischen Instrument (2) angebrachten Positionssensor (6) zum Erfassen der räumlichen Position des chirurgischen Instruments (2), und einer Verarbeitungseinrichtung (5) zum Berechnen der räumlichen Beziehung zwischen der Position des chirurgischen Instruments (2) und dem Organ, das durch die Bilddaten repräsentiert wird und zum lagerichtigen Einblenden des Bereichs der Bilddaten, die der Umgebung des chirurgischen Instruments (2) entspricht, in eine Anzeigevorrichtung (8), dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinrichtung (5) die Bilddaten so einblendet, dass die Mitte des angezeigten Bildes der Position des chirurgischen Instruments (2) lagerichtig in Bezug zu dem Organ des Patienten (1) entspricht.



Beschreibung**Stand der Technik**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Operationssystem zum Durchführen von operativen Eingriffen an einem Patienten und ein in diesem Operationssystem angewendetes Verfahren zum Darstellen von Bildinformationen während eines operativen Eingriffs an diesem Patienten.

[0002] Aus der Druckschrift WO 99/38449 A1 ist ein Operationssystem zum Durchführen von operativen Eingriffen an einem Patienten gemäß dem Oberbegriff des neuen unabhängigen Anspruchs 1 bekannt. Weiter wird ein Verfahren zum Darstellen von Bildinformationen während eines operativen Eingriffs an einem Patienten mit den Merkmalen des Oberbegriffs des neuen unabhängigen Anspruchs 6 offenbart. Das bekannte Operationssystem weist ein optisches Navigationssystem auf, welches es erlaubt, die räumliche Position medizinischer Instrumente durch optisches Erfassen der Instrumente festzustellen. Hierfür ist an einem medizinischen Instrument wenigstens ein optisch detektierbares Element befestigt. Das optisch detektierbare Element kann mittels einer oder mehrere Kameras detektiert werden, um so die räumliche Position und Lage des medizinischen Instruments feststellen zu können. Weiter ist eine Speichereinrichtung vorgesehen, auf der eine Vielzahl von Bilddaten (zum Beispiel CT oder MR) des Patienten gespeichert sind. Mittels eines Computers ist das bekannte Operationssystem in der Lage, die Position des medizinischen Instruments in Bezug zu den gespeicherten Bilddaten auf einem Monitor wiederzugeben. Hierbei können verschiedene Ansichten gewählt werden, wie beispielsweise eine auf den Patienten bezogene Darstellung, eine auf einen behandelnden Arzt bezogene Darstellung und eine auf das verwendete medizinische Instrument bezogene Darstellung. Bei der auf das medizinische Instrument bezogenen Darstellung wird die Position des Patienten relativ zu dem medizinischen Instrument in das Koordinatensystem des medizinischen Instruments transformiert.

[0003] Ein System und ein Verfahren zur aktuell exakten Erfassung von Behandlungszielpunkten ist aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 197 51 761 A1 bekannt. In dieser Druckschrift wird vorgeschlagen, aktuelle Gesamtlageveränderungen eines behandelten Patienten mittels Ultraschallbildern zu erfassen, um so die Lageveränderungen an ein Neuronavigationssystem weitergeben zu können, welches mittels Daten aus der Computertomographie ein hochexaktes Anatomiebild liefert und so eine computerunterstützte Behandlung ermöglicht. Um den hierbei erforderlichen Datenabgleich zwischen den Ultraschallbildern und einer computergestützten Referenzierungseinrichtung zu erleichtern, wird weiter vorgeschlagen, ein Ultraschallbild auf derselben Bildausgabe auszugeben, wie die computergestützte Referenzierungs-

einrichtung.

[0004] Die Offenlegungsschrift DE 199 51 502 A1 offenbart ein System mit Mitteln zur Aufnahme von Bildern von einem ersten Objekt, mit Mitteln zur Bestimmung der Position der Mittel zur Aufnahme von Bildern, mit Mitteln zur Bestimmung der Position eines zweiten Objektes, mit Mitteln zur Bestimmung der Position des zweiten Objektes relativ zu den Mitteln zur Aufnahme von Bildern und mit Mitteln zur Einblendung eines Abbildes des zweiten Objektes in ein mit den Mitteln zur Aufnahme von Bildern gewonnenes Bild des ersten Objektes. Weiter wird offenbart, dass Bewegungen des ersten und zweiten Objektes gleichzeitig und kontinuierlich erfasst werden.

[0005] Ein System zur Bestimmung der relativen Position von Objekten ist aus der WO 94/23647 A1 bekannt. In dieser Druckschrift wird insbesondere beschrieben, dass die Bestimmung der relativen Position zweier Objekte nicht nur kontinuierlich, sondern auch in Intervallen erfasst werden kann, wobei die Frequenz der Intervalle für beide Objekte gleich groß sein muss. Handelt es sich bei den Objekten beispielsweise um eine Spitze einer Sonde und um einen Patienten, so wird vorgeschlagen, nach Bestimmung der Positionen der Sonde und des Patienten eine Abbildung der Sonde einschließlich einer Ausrichtung der Spitze der Sonde in einem Wiedergabesystem darzustellen. Hierfür kann im einfachsten Fall ein zuvor gespeichertes CT oder MRI Bild des Patienten verwendet werden, welches der aktuellen Position der Spitze der Sonde am nächsten kommt, und dem eine geeignete Wiedergabe der Spitze der Sonde überlagert wird.

[0006] Bei minimalinvasiven operativen Eingriffen an einem Patienten werden in der Vorbereitungsphase die Positionen zum Einführen von sogenannten Trokaren, das heißt von Führungshülsen für chirurgische Instrumente wie z. B. eines Laparoscops, in den Körper des Patienten anhand von anatomischen Landmarken, wie z. B. des Bauchnabels, festgelegt. [0007] Da jedoch die Lage von Organen unter der Haut des Patienten von außen nicht sichtbar ist, ist in vielen Fällen die festgelegte Position des jeweiligen Trokars nicht optimal. Dies kann zu Fehlplatzierungen der Trokare führen, die den nachfolgenden minimalinvasiven operativen Eingriff erheblich erschweren oder im Extremfall sogar unmöglich machen.

Aufgabenstellung

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist somit, ein Operationssystem zum Durchführen von operativen Eingriffen an einem Patienten und ein in diesem Operationssystem angewendetes Verfahren zum Darstellen von Bildinformationen während des operativen Eingriffs bereitzustellen, die ein sicheres und zuverlässiges Einführen eines chirurgischen Instrumentes in den Körper des Patienten auf einfache Weise ermöglichen.

[0009] Diese Aufgabe wird durch ein Operations-

system zum Durchführen von operativen Eingriffen an einem Patienten gemäß dem beigefügten Anspruch 1 und ein in diesem Operationssystem angewendetes Verfahren zum Darstellen von Bildinformationen während des operativen Eingriffs gemäß dem beigefügten Anspruch 6 gelöst. Die Erfindung wird in den Unteransprüchen weitergebildet.

[0010] Das erfindungsgemäße Operationssystem verfügt zu diesem Zweck über eine Speichervorrichtung, in der Bilddaten des Patienten bzw. eines Organs oder Bereichs, an dem der operative Eingriff durchgeführt werden soll und von außen nicht sichtbar sind, gespeichert werden. Diese Daten werden prä-operativ (das heißt vor der Operation) z. B. durch Computertomographie (CT), Magnetresonanztomographie (MR) oder Ultraschall-Bildgebung gewonnen. Bei diesen Bilddaten kann es sich um zwei- oder dreidimensionale des Bereichs des Patienten (Organ) handeln.

[0011] Weiterhin beinhaltet das erfindungsgemäße Operationssystem ein chirurgisches Instrument, mit dem der Eingriff durch einen Chirurgen durchgeführt wird, und einen an diesem Instrument angebrachten Positionssensor. Mit Hilfe dieses Positionssensors wird die räumliche Position und Lage des chirurgischen Instruments durch ein Positionserfassungssystem erfasst.

[0012] Eine Verarbeitungseinrichtung berechnet die räumliche Beziehung zwischen der Position des chirurgischen Instruments und dem Organ, das durch die Bilddaten repräsentiert wird.

[0013] Weiterhin blendet die Verarbeitungseinrichtung die Bilddaten bzw. mindestens einen Bildausschnitt der gespeicherten Bilddaten in einer Anzeigevorrichtung, z. B. Bildschirm, lagerichtig in Bezug zu dem chirurgischen Instrument ein.

[0014] Gemäß der vorliegenden Erfindung entspricht in etwa die Mitte des angezeigten Bildes der Position des chirurgischen Instruments.

[0015] Mit Hilfe der vorliegenden Erfindung gewinnt der Chirurg somit einen Einblick über das Organ bzw. den Bereich des Patienten unter der Hautoberfläche oder in tieferen Schichten, der in "Blickrichtung" oder Führungsrichtung des chirurgischen Instruments liegt.

[0016] Der Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass eine optimale Positionierung relativ zu dem Organ bzw. der Läsion, d.h. des Bereichs, der operiert werden soll, für das Einführen des chirurgischen Instruments in den Körper des Patienten vor dem Einführen des Instruments ermittelt werden kann.

[0017] Wird ein dreidimensionaler Datensatz verwendet, hat der Chirurg zudem die Möglichkeit, Tiefeninformationen des Organs zu erhalten. Dabei kann er sich nicht nur das Organ anzeigen lassen, wie es unter der Hautoberfläche dargestellt ist, sondern auch Schnittbilder von darunter liegenden Schichten des Organs.

[0018] Vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegen-

den Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen wiedergegeben.

[0019] Um die Position des chirurgischen Instruments in Bezug zu dem Organ eindeutig zu bestimmen, kann zusätzlich eine Markierung (z. B. als Pfeil oder Punkt dargestellt), die der Position des Instruments in Bezug zu dem Organ entspricht, in das angezeigte Bild eingeblendet werden.

[0020] Das chirurgische Instrument kann dabei z. B. eine Punktionsnadel, ein Skalpell, ein Bohrer, ein Fräser, usw. sein.

[0021] Besonders vorteilhaft eignet sich die vorliegende Erfindung in Verbindung mit einem bildgebenden chirurgischen Instrument, wie z. B. einem Laparoskop oder einem Endoskop. Dabei wird durch die Verarbeitungseinrichtung in den Sichtbereich des bildgebenden Instruments das Organ entsprechend dem Bezug zum bildgebenden Instrument eingeblendet.

[0022] Auf diese Weise erhält der Chirurg einen Einblick über das Blickfeld, das er mit dem Laparoskop während des Eingriffs erhalten würde, wenn er das Laparoskop z.B. mittels eines Trokars an einer bestimmten Stelle in dem Körper des Patienten einführt.

[0023] Die Erfassung der Position des Positionssensors und somit des chirurgischen Instruments kann kontinuierlich oder in regelmäßigen kurzen Zeitintervallen erfolgen.

Ausführungsbeispiel

[0024] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezug auf die beigefügte Zeichnung näher erläutert, in der die beigefügte einzige

[0025] **Fig. 1** das erfindungsgemäße Operationssystem zeigt.

[0026] **Fig. 1** zeigt einen Patienten **1**, an dem ein operativer Eingriff vorgenommen werden soll, und ein chirurgisches Instrument **2** (z. B. Laparoskop), mit dessen Hilfe der Eingriff vorgenommen wird.

[0027] Die räumliche Position und Lage des chirurgischen Instruments **2** wird von einem Positionserfassungssystem erfasst, das aus einem an dem chirurgischen Instrument **2** angebrachten Positionssensor **6** und einer Positionserfassungsvorrichtung **7** besteht.

[0028] Weiterhin beinhaltet das erfindungsgemäße Operationssystem einen Computer **3** zur Datenverarbeitung mit einer Speichervorrichtung **4** und einer Verarbeitungseinrichtung **5**.

[0029] Gemäß der vorliegenden Erfindung werden Bilddaten eines Patienten, die prä-operativ, beispielsweise mittels Computertomographie, Magnetresonanztomographie oder Ultraschall gewonnen wurden, in der Speichervorrichtung **4** abgespeichert. Diese Bilddaten enthalten dabei ein oder mehrere Bilder von inneren Organen und/oder Bereichen des Patienten, die operativ behandelt werden sollen und von außen nicht sichtbar sind. Aus den so gewonnenen

Bildern wird eine Oberflächendarstellung generiert, die das jeweilige Organ z. B. direkt unter der Bauchdecke oder auch in tieferen Schichten anzeigt.

[0030] Zur besseren Darstellung des jeweiligen Organs kann es erforderlich sein, dass der prä-operativ gewonnene Datensatz bearbeitet werden muss, beispielsweise durch eine Segmentierung oder Kontrastanhebung der zu beobachtenden Organe.

[0031] Gemäß der vorliegenden Erfindung werden die Oberflächenbilder während des operativen Eingriffs orts- und skalierungsgetreu durch die Anzeigevorrichtung 8 angezeigt. Das bedeutet, dass der Bereich des Organs, über dem sich das chirurgische Instrument aktuell befindet, in einem bestimmten Größenverhältnis angezeigt wird. Der Chirurg hat somit eine Vorstellung davon, über welcher Stelle des Organs er sich mit dem chirurgischen Instrument 2 befindet, ohne den Patienten 1 zu verletzen. Im Beispiel von Fig. 1 befindet sich das Laparoskop 2 über der Bauchdecke des Patienten 1. Gemäß der vorliegenden Erfindung werden die Organe (im Beispiel die Verdauungsorgane), die sich unter der Bauchdecke befinden, durch die Anzeigevorrichtung 8 angezeigt.

[0032] Zur Realisierung der vorliegenden Erfindung muss am Laparoskop 2 ein Positionssensor 6 angebracht werden. Weiterhin muss durch eine einfache Registrierungsprozedur die relative räumliche Beziehung zwischen den Bilddaten, dem chirurgischen Instrument 2 und dem Patienten 1 ermittelt werden. Damit ist es möglich, dass der behandelnde Arzt vor dem Setzen z.B. von Trokaren das Laparoskop 2 über die Bauchdecke des Patienten führen kann und einen "virtuellen" Eindruck von den unterhalb der Bauchdecke liegenden Organen bekommt.

[0033] Damit ist beispielsweise eine exakte Positionierung von Trokaren oder anderen chirurgischen Instrumenten relativ zu den Positionen der inneren Organe möglich. Da es beim Patienten 1 zu Organverschiebungen zwischen dem Zeitpunkt der Operation und dem Zeitpunkt der vorangegangenen Bildgewinnung kommen kann, ist eine genaue Registrierung zwar nicht möglich, aber auch nicht erforderlich, da das hier vorgestellte Verfahren nur eine Orientierung ermöglichen soll.

[0034] Optional hat der Chirurg die Möglichkeit, sich tiefere Schichten des Organs anzusehen. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass die gespeicherten Bilddaten einen dreidimensionalen Bilddatensatz enthalten. Dabei kann der Chirurg z.B. mit Hilfe der Eingabevorrichtung 9 (Tastatur oder Maus) bestimmen, welche Tiefeninformationen er benötigt, d.h. wie „weit“ er in den Patienten hineinblicken möchte.

[0035] Das hier vorgestellte Verfahren kann somit auf den Einsatz des Laparoscops 2 im Körper dadurch erweitert werden, dass das "virtuelle" Bilder aus dem Inneren der Organe dem Laparoskopbild überlagert werden können.

[0036] Diese "virtuellen" Bilder können ebenfalls Schichtbilder aus einem Computertomographie- oder Magnetresonanz-Datensatz sein mit einer Orientie-

rung senkrecht oder parallel zur Hauptachse des Laparoscops (bzw. des chirurgischen Instruments) oder auch Oberflächen- oder Volumendarstellungen. Wichtig ist in jedem Fall die ortsgetreue und skalierte Darstellung.

Patentansprüche

1. Operationssystem zum Durchführen von operativen Eingriffen an einem Patienten (1), mit einer Speichervorrichtung (4) zum Speichern von Bilddaten von einem äußerlich nicht sichtbaren Organ des Patienten (1), einem chirurgischen Instrument (2) zum Durchführen des operativen Eingriffes, einem an dem chirurgischen Instrument (2) angebrachten Positionssensor (6) zum Erfassen der räumlichen Position des chirurgischen Instruments (2), und einer Verarbeitungseinrichtung (5) zum Berechnen der räumlichen Beziehung zwischen der Position des chirurgischen Instruments (2) und dem Organ, das durch die Bilddaten repräsentiert wird und zum lagerichtigen Einblenden des Bereichs der Bilddaten, die der Umgebung des chirurgischen Instruments (2) entspricht, in eine Anzeigevorrichtung (8), **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Verarbeitungseinrichtung (5) die Bilddaten so einblendet, dass die Mitte des angezeigten Bildes der Position des chirurgischen Instruments (2) lagerichtig in Bezug zu dem Organ des Patienten (1) entspricht.

2. Operationssystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinrichtung (5) die Position des chirurgischen Instruments (2) in dem angezeigten Bild lagerichtig in Bezug zu dem Organ einblendet.

3. Operationssystem gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das chirurgische Instrument (2) ein bildgebendes Instrument ist, wobei die Verarbeitungseinrichtung in den Sichtbereich des bildgebenden Instruments das Organ entsprechend dem Bezug zum bildgebenden Instrument einblendet.

4. Operationssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Positionssensor (6) die Position des chirurgischen Instruments (2) kontinuierlich erfasst.

5. Operationssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Positionssensor (6) die Position des chirurgischen Instruments (2) in Intervallen erfasst.

6. Verfahren zum Darstellen von Bildinformationen während eines operativen Eingriffs an einem Patienten (1), mit den Schritten

Speichern von Bilddaten von einem äußerlich nicht sichtbaren Organ des Patienten (1), Erfassen der räumlichen Position eines chirurgischen Instruments (2), und Berechnen der räumlichen Beziehung zwischen der Position des chirurgischen Instruments (2) und dem Organ, das durch die Bilddaten repräsentiert wird und lagerichtiges Einblenden des Bereichs der Bilddaten, die der Umgebung des chirurgischen Instruments (2) entspricht, in eine Anzeigevorrichtung (8), dadurch gekennzeichnet, dass die Bilddaten so eingeblendet werden, dass die Mitte des angezeigten Bildes der Position des chirurgischen Instruments (2) lagerichtig in Bezug zu dem Organ des Patienten (1) entspricht.

7. Verfahren gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Position des chirurgischen Instruments (2) in dem angezeigten Bild lagerichtig in Bezug zu dem Organ eingeblendet wird.

8. Verfahren gemäß Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das chirurgische Instrument (2) ein bildgebendes Instrument ist, wobei die Verarbeitungseinrichtung in den Sichtbereich des bildgebenden Instruments das Organ entsprechend dem Bezug zum bildgebenden Instrument einblendet.

9. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Position des chirurgischen Instruments (2) kontinuierlich erfasst wird.

10. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Position des chirurgischen Instruments (2) in Intervallen erfasst wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

